

Ley de Gravitación Universal Relativista

<http://www.textoscientificos.com/fisica/articulos/ley-gravitacion-universal-relativista>

Heber Gabriel Pico Jiménez MD,
Medico Cirujano
heberpico@telecom.com.co
Calle 13 No.10-40 Cereté, Córdoba, Colombia

Resumen

Este artículo hace un análisis donde se demuestra el por que es necesario cambiar la definición y el entendimiento natural de lo que representa la Constante de gravitación universal de Newton. Explica así que para poder estudiar el fenómeno natural de la interacción que tiene lugar entre dos objetos con masa, se debe estudiar presentando siempre uno de ellos como masa y al otro como campo. Esto es por que hay que tener en cuenta que todo objeto que posea masa en el universo, establece siempre a su alrededor, un campo de alcance infinito de fuerzas no inerciales gravitatorias, campo que es inversamente proporcional a la distancia. Si se estudian dos o más objetos presentados como masas, entonces su tratamiento debe ser con respecto a otro campo común a ellos mismos y de fuerzas gravitatorias no inerciales. Mientras más masa posean los objetos más intenso es el campo a su alrededor.

Palabras claves: Constante Gravitacional universal, Masa, Campo gravitatorio, Gravedad, Tiempo, Cuarta dimensión.

Abstract

This article makes an analysis where it demonstrates so that it is necessary to change to the definition and the natural understanding of which it represents the Constant of universal gravitation of Newton. It explains so to be able to study the natural phenomenon of the interaction that takes place between two objects with mass; one is due to study always presenting/displaying one of them like mass and to the other like field. This is so that there is to consider that all object that has mass in the universe, always establishes to his around, a field of infinite reach of gravitational noninertial forces, field that is inversely proportional to the distance. If two or more objects presented/displayed like masses study, then its treatment must be with respect to another common field to they themselves and of noninertial gravitational forces. While more mass has the objects most intense are the field to his around.

Key Words: Universal Gravitational constant, Mass, gravitational Field, Gravity, Time, Fourth dimension.

1. Introducción

Para cualquier planeta según Kepler, el cuadrado de su período orbital (tiempo que tarda en dar una vuelta alrededor del Sol) es directamente proporcional al cubo de la distancia media con el Sol.

$$\frac{r^3}{T^2} = K = \text{Constante} \quad (1)$$

Donde T es el periodo orbital, r la distancia media del planeta con el Sol y K la constante de proporcionalidad de Kepler.

Aquí es el momento histórico y matemático cuando Newton buscando el significado de la constante K de proporcionalidad del Astrónomo Kepler, asume una cantidad teórica y simbólica de masa para el Sol, procediendo al parecer de la siguiente manera:

$$\frac{r^3}{T^2} = K \frac{4\pi^2 M_s}{M_s 4\pi^2} \quad G = K \frac{4\pi^2}{M_s} \quad (2) \quad (3)$$

Donde T es el periodo orbital, r sigue siendo la distancia media del planeta con el Sol, K la constante de proporcionalidad de Kepler, M_s es la masa del Sol y G la constante de gravitación universal.

Remplazando entonces el equivalente de G en la relación dos (2) de Kepler, obtenemos precisamente la tercera ley de Kepler formulada por Newton:

$$\frac{r^3}{T^2} = G \frac{M_s}{4\pi^2} \quad (4)$$

Se hace necesario aclarar en este momento que en muchas ocasiones he visto trabajar ($M_s + m_p$) en la ecuación de Kepler, siendo m_p la masa del planeta, parece lógico que siendo así haya que hacerlo también en la constante de gravitación G que sin querer alteraría entonces el valor que se va a utilizar y podría ser un factor de imprecisión de la siguiente manera:

$$\frac{r^3}{T^2} = G \frac{(M_s + m_p)}{4\pi^2} \quad G = K \frac{4\pi^2}{(M_s + m_p)} \quad (5) \quad (6)$$

Newton llega a la constante de gravitación universal adicionado miembros al lado y lado de la relación de Kepler, cuidándose siempre de no romper la proporción incluso, la constante K de Kepler también es incluida por el sabio inglés en una sola constante G llamada constante de gravitación universal. Actúa tanto es así que Newton no sabía el valor de esa nueva constante que resultó y sólo explicó que se trataba de una constante universal de quien indicó además que se trataría de un número bastante pequeño y solamente reveló las unidades de medida encerrada en tal constante.

Solo mucho tiempo después hubo las posibilidades técnicas necesarias para calcular su valor, y ni aún en la actualidad se ha podido precisar su cuantía con mucha exactitud. En 1798 se hizo el primer intento de medición (véase experimento de la balanza de torsión) y en la actualidad, con técnicas de la mayor precisión posible se llegó a estos resultados:

$$G = 6.67428 \pm 0.00067 \times 10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-2} \quad (7)$$

Es tanta la imprecisión que inclusive últimamente un número de la revista Science del 5 de Enero del año 2007, pagina 74, presenta un informe llamado *Atom Interferometer Measurement of the Newtonian Constant of Gravity (Medición de la Constante Gravitacional Newtoniana por un Interferómetro Atómico)* de J. B. Fixler, G. T. Foster, J. M. McGuirk, y M. A. Kasevich, en el que aparece una descripción de una nueva forma de medición de G . En el extracto, ellos dicen "Aquí, reportamos un valor de $G = 6.693 \times 10^{-11}$ metros cúbicos por kilogramo y por segundo al cuadrado, con un error estándar del $\pm 0.027 \times 10^{-11}$ metros cúbicos por kilogramo y por segundo al cuadrado, y un error sistemático de $\pm 0.021 \times 10^{-11}$ metros cúbicos por kilogramo y por segundo al cuadrado"

$$G = 6.693 \pm 0.027 \times 10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-2} \quad (8)$$

$$G = 6.693 \pm 0.021 \times 10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-2} \quad (8)$$

Todo esto quiere decir que la constante G variaría de acuerdo al valor y cantidad de variables introducidas en la relación original de Kepler, eso aun sí sin contradecir la relación básica del astrónomo alemán.

Recordemos ahora el concepto de la masa solar que se toma como una unidad de medida astrofísica determinada por la duración de un año, la distancia de la Tierra al Sol (la unidad astronómica - UA) y la constante gravitacional (G) como:

$$M_s = \frac{4\pi^2 (1AU)^3}{G (1yr)^2} \quad (9)$$

Donde M_s es la masa solar, UA es la unidad astronómica, yr la duración de un año y G la constante de gravitación universal.

Hemos hecho esta introducción revisando de cómo al parecer se originaron las conclusiones de Newton a partir de las de Kepler y además, la incertidumbre de masa y constante gravitacional, ya que no se sabe cual es primero si la masa del sol o la constante gravitacional pero, este artículo lo que quiere es tratar de demostrar que realmente la masa gravitatoria como fuerza aparente comparte con el tiempo la cuarta dimensión del espacio y dejar entendido lo que esto significa para la mecánica cuántica y la relatividad general.

2. Desarrollo del Tema

Partiendo de la ecuación original de Kepler, llegamos a través de ella sin la masa del sol aun y así alcanzamos a la siguiente expresión o formulación matemática de la

aceleración inercial gravitatoria en cualquier sistema:

$$\frac{r^3}{T^2} = K = K \frac{4\pi^2}{4\pi^2} \quad (10)$$

$$\omega^2 r = K \frac{4\pi^2}{r^2} \quad (11)$$

$$Gr = 4\pi^2 K \quad (12)$$

$$\omega^2 r = g = \frac{Gr}{r^2} \quad (13)$$

Donde Gr es una constante de gravitación relativista, ω es la velocidad angular, g es la gravedad, r sigue siendo la distancia media del planeta con el Sol, T es el período orbital y K la constante de Kepler.

Hacemos esta descripción anterior intentando demostrar que en realidad la intensidad del campo gravitatorio, surge aparentemente independiente de la masa del sol descrita tal como masa, pero se debe precisamente es a la curvatura del espacio tiempo que origina la masa tal como se sostiene en la anterior relación número trece.

Parece incluso que Kepler presintiera el concepto de la curvatura del espacio-tiempo para poder explicar ya a esas alturas la aceleración inercial gravitatoria, ya que solo le faltó anexarle de forma balanceada a la constante de Kepler, el cuadrado de 2π para poder identificar la velocidad angular.

Incluso Kepler ya describe sin la masa del sol, uno de los conceptos esenciales sobre el que gira toda la teoría de la relatividad general, que es el concepto de la derivada covariante o conexión afín tal como se necesita en relatividad.

Entendiendo la intuición básica de Einstein en postular que en un punto concreto no se puede distinguir experimentalmente entre un cuerpo acelerado uniformemente y un campo gravitatorio uniforme. Aquí es el momento intuitivo donde resulta entender la relatividad general describiendo la aceleración y la gravedad como aspectos distintos de la misma realidad, ya que masa no es una cantidad de materia sino una aparente fuerza de vacío inercial medida por un coeficiente de aceleración gravitatoria inercial, con la presencia de masa quien determina a la cantidad de masa gravitatoria relativa presente. En un espacio-tiempo curvo, las leyes de la física se modifican mediante el Principio de acoplamiento mínimo, que supone que las ecuaciones matemáticas en cuya virtud se expresan aquellas, experimentan modificaciones como por ejemplo la derivada ordinaria es sustituida por la derivada covariante y de este modo la ecuación clásica de la fuerza gravitacional se convierte en la ecuación de la masa gravitatoria:

$$\omega^2 r m = m_{gr} = g m = G \frac{m}{r^2} \quad (14)$$

Donde m es la masa del planeta y m_o la masa gravitatoria del mismo planeta.

La teoría de la relatividad considera que los efectos gravitatorios no son creados por fuerza alguna, sino que encuentran su causa en la curvatura del espacio-tiempo generada por la presencia de masa. La gravedad se convierte, en virtud del Principio de Equivalencia, en una fuerza aparente, como la fuerza centrífuga y la fuerza de Coriolis: en estos dos últimos supuestos su aparición es debida a la elección de un marco de referencia acelerado (un observador situado en la superficie de una esfera en rotación). En el caso de la gravedad, únicamente percibimos la *fuerza aparente gravitatoria* cuando escogemos un sistema de referencia no inercial (en reposo sobre la superficie terrestre), pero no cuando nos situamos en otro que sí lo es (un cuerpo en caída libre).

Como consecuencia del principio de equivalencia la ecuación catorce, sería la ecuación de una fuerza aparente quien a través de la aceleración inercial, representa precisamente es a la masa gravitacional del cuerpo moviéndose por el campo gravitatorio. Entonces la masa gravitatoria de un cuerpo aparenta ser una fuerza que por la contracción del espacio y el tiempo, se incrementa a medida que decrece el cuadrado de la distancia y se acerca al centro de gravedad.

Todo esto queremos aplicarlo en la llamada ecuación de las cinco dimensiones de un cuerpo que se mueve en un campo gravitacional, comenzando por el cuadvectores donde la gravedad o la masa comparten a su medida la cuarta dimensión con el tiempo de la siguiente forma:

$$(dc)^2 = (dx)^2 + (dy)^2 + (dz)^2 + (jcdt)^2 \quad (15)$$

$$(dc)^2 = (dx)^2 + (dy)^2 + (dz)^2 + \left(\frac{m_o}{m_r} cdt \right)^2 \quad (16)$$

Donde c es la velocidad de la luz, j el coeficiente de contracción de masas, t el tiempo, m_r la llamada masa en reposo o masa gravitacional inicial del cuerpo con respecto al observador y m_o la masa gravitacional en un instante del movimiento con respecto también al observador.

Si el equivalente de la masa gravitacional en movimiento y en reposo respecto al observador son los siguientes:

$$m_r = g_o m = G \frac{m}{r^2} \quad (17)$$

$$m_o = g_l m = G_r \frac{m}{(r+h)^2} \quad (18)$$

Donde g_o es la gravedad inicial cuando el cuerpo inicia el movimiento con respecto al observador, g_l la gravedad del cuerpo en un instante cualquiera del movimiento, m es la masa constante del cuerpo que está en movimiento, G_r una constante de gravitación relativista, r sigue siendo la distancia media de la posición inicial respecto al campo.

$$(dc)^2 = (dx)^2 + (dy)^2 + (dz)^2 + \left(\frac{g_1 m}{g_o m} c dt \right)^2 \quad (19)$$

$$(dc)^2 = (dx)^2 + (dy)^2 + (dz)^2 + \left(\frac{g_1}{g_o} c dt \right)^2 \quad (20)$$

$$(dc)^2 = (dx)^2 + (dy)^2 + (dz)^2 + \left(\frac{r^2}{(r+h)^2} c dt \right)^2 \quad (21)$$

Donde h es la distancia o altura del cuerpo que se mueve con respecto a la distancia inicial con respecto al campo y r es la distancia inicial del cuerpo y el centro de la masa central que origina el campo.

Con la ecuación anterior sustentamos que la cuarta dimensión del espacio, la conforman el tiempo y la masa pero, como se ha venido diciendo habitualmente que el tiempo es la cuarta dimensión del espacio, se puede pretender que la masa sea la quinta dimensión aunque realmente la cuarta dimensión de un cuadrivector la comparten a su manera el tiempo y la masa.

Hasta este punto de la descripción creemos que las cosas andan bien pero hay un problema y es que generalmente, no contamos con el valor del campo gravitatorio tal como se ha descrito, ordinariamente el dato que siempre tenemos a la mano es el de la masa de los cuerpos. Para trabajar a la constante G_r hay que conocer K y es difícil, ya que es necesario saber la relación de Kepler de cada sistema que queramos estudiar. Entonces tenemos que establecer o buscar una relación de G_r pero constante por cada kilogramo utilizando el Kepler, la masa y el campo de cuerpo conocido como el sol o la tierra que genera el campo y encontramos a G que es la constante de gravitación universal de Newton:

$$G_r = 4 \pi^2 K \quad G = K \frac{4 \pi^2}{M_s} \quad G_r = G \cdot M_s \quad (22)$$

Donde M_s es la masa del Sol.

$$\omega^2 r = g = \frac{G_r}{r^2} \quad \omega^2 r = g = G \frac{M_s}{r^2} \quad (23)$$

Esto implica que para conocer la masa gravitacional de un objeto que habite este campo tenemos:

$$\omega^2 r m = g m = G \frac{M_s m}{r^2} \quad (24)$$

Esta relación anterior, lo que quiere decir es una función que no es biyectiva es decir, aunque equivalga al mismo valor tiene significados diferentes detallados de la siguiente manera:

$$g_1 m = G \frac{M_s m}{r^2} \qquad g_2 \cdot M_s = G \frac{m \cdot M_s}{r^2} \quad (25)$$

Lo que nos conduce a la siguiente conclusión

$$g_1 m = g_2 M_s, \qquad \frac{g_1}{g_2} = \frac{M_s}{m} \quad (26)$$

3. Conclusiones.

1. La formulación matemática de la ley de gravitación universal relativista quedaría de la siguiente manera:

$$m_{gr} = G_s \frac{m}{r^2}$$

2. La masa gravitacional de un cuerpo es directamente proporcional a su propia masa y además directamente proporcional también, a la intensidad del campo que habite.
3. La intensidad de un campo gravitatorio es inversamente proporcional a la distancia.
4. La primera conclusión es que la masa realmente consiste en una cantidad de vacío, que se manifiesta de dos maneras: como la energía que circunscribe ese vacío llamada masa inercial y como fuerza aparente inercial de vacío llamada masa gravitacional.
5. Según este trabajo, parece ser más explícito en la descripción del espacio-tiempo si mejor dijéramos, Espacio-tiempo-gravedad buscando referirse a un espacio de 4 dimensiones.
6. Finalmente queremos representar la siguiente relación como la gran conclusión de este trabajo:

$$g_1 = g_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Donde g_0 y g_1 son los respectivos valores de la gravedad inicial y final en el movimiento de un cuerpo.

7. La gravedad y el tiempo, conforman la cuarta dimensión del espacio-tiempo.

8. En virtud de la relatividad general la tercera ley de Kepler podría quedar también formulada de la siguiente manera:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{G} r^3$$

9. La masa de los cuerpos es directamente proporcional a los respectivos campos gravitacionales que ellos originan como se describe en la relación número veinte y seis (26).
10. En virtud de este trabajo la Constante de Gravitación universal, cambiaría automáticamente su definición que ya sería entendida de la siguiente manera: Sería una constante de la naturaleza que determina la cantidad del campo gravitatorio que origina a su alrededor un cuerpo, por cada kilogramos de masa puntual.